

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-252485  
(43)Date of publication of application : 09.09.1994

(51)Int.Cl. H01S 3/10  
B23K 26/00  
H01S 3/08

(21)Application number : 05-025277 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
(22)Date of filing : 15.02.1993 (72)Inventor : KUROSAWA MITSUKI  
OGAWA SHUJI  
SUGAWARA MASAYUKI  
FUNAI KIYOSHI  
YUMURA TAKASHI  
YAMAMOTO SATORU

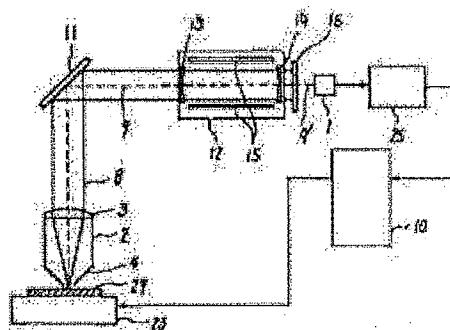
(30)Priority  
Priority number : 04348438 Priority date : 28.12.1992 Priority country : JP

### (54) LASER PROCESSING MACHINE

#### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a low cost laser processing machine which is capable of stabilizing operation for a long time and providing a real image of a machining point, and what is more, which is required to install only a high density detectable sensor mechanism to a laser processing machine.

CONSTITUTION: A laser beam 8 emitted from a laser oscillator 12 is irradiated to a workpiece, thereby generating a beam 9 on a machining surface of the workpiece and returning into the laser oscillator 12 by way of a guide path of the laser beam 8. The beam 9, which is returned from the oscillator, but exclude the laser beam 8, is picked up from a rear mirror of the laser oscillator 12 and the beam 9 except for the laser beam 8 is arranged to be detected with an optical sensor installed in the rear of the laser oscillator.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-252485

(43)公開日 平成6年(1994)9月9日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号 序内整理番号

F I

技術表示箇所

H 01 S 3/10

Z 8934-4M

B 23 K 26/00

M 7425-4E

H 01 S 3/08

8934-4M

H 01 S 3/08

Z

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全19頁)

(21)出願番号 特願平5-25277

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(22)出願日 平成5年(1993)2月15日

(72)発明者 黒澤 滉樹

名古屋市東区矢田南五丁目1番14号 三菱  
電機株式会社名古屋製作所内

(31)優先権主張番号 特願平4-348438

(72)発明者 小川 周治

名古屋市東区矢田南五丁目1番14号 三菱  
電機株式会社名古屋製作所内

(32)優先日 平4(1992)12月28日

(72)発明者 菅原 雅之

名古屋市東区矢田南五丁目1番14号 三菱  
電機株式会社名古屋製作所内

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(74)代理人 弁理士 高田 守

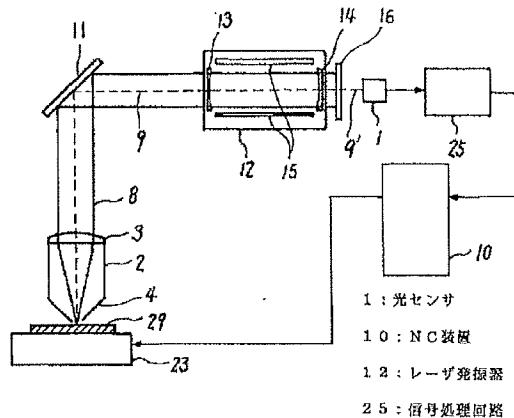
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザ加工機

(57)【要約】

【目的】 長期間の安定動作が可能で、加工点の実体像が得られ、かつ感度の高い検出が可能なセンサ機構を装置に一つ設けるだけでよい安価なレーザ加工機を提供する。

【構成】 レーザ発振器12から発するレーザ光8を被加工物Wに照射することにより、被加工物の加工面に発生し、上記レーザ光8の導光路を介してレーザ発振器内12に戻ってきた上記レーザ光以外の光9をレーザ発振器内12のリアミラー14から取り出し、このレーザ光以外の光9をレーザ発振器の後方へ設けた光センサ1で検出するように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記被加工物上の加工点で発生し、上記レーザ発振器内に戻ってきた、上記レーザ光以外の光を、上記発振器を構成する共振器のリアミラーから上記共振器外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光以外の光を検出する光センサとを備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項2】 レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記発振器を構成する複数の共振器ミラーのうち少なくとも1枚の共振器ミラーを、上記レーザ光は反射しかつ上記レーザ光以外の光は透過できるようにすることにより、上記被加工物上の加工点で発生し上記レーザ発振器内に戻ってきた上記レーザ光以外の光を上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光以外の光を検出する光センサと、上記レーザ発振器内に発生した上記レーザ光の一部を上記共振器のリアミラーから上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出されたレーザ光を検出するレーザ光センサとを備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項3】 レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記レーザ発振器の共振器を構成する複数の共振器ミラーの間に、上記レーザ光を透過し上記レーザ光以外の光を反射するビームスプリッタを設けることにより、上記被加工物上の加工点で発生し上記レーザ発振器内に戻ってきた上記レーザ光以外の光を上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光以外の光を検出する光センサと、上記レーザ発振器内に発生した上記レーザ光の一部を、上記共振器のリアミラーから上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出されたレーザ光を検出するレーザ光センサとを備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項4】 レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記レーザ発振器の共振器を構成する複数の共振器ミラーの間に、上記共振器内のレーザ光が通る穴を有し且つ上記レーザ光以外の光を反射する穴付きミラーを設けることにより、上記被加工物上の加工点で発生し上記レーザ発振器内に戻ってきた上記レーザ光以外の光を上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光以外の光を検出する光センサと、上記レーザ発振器内に発生したレーザ光の一部を、上記共振器のリアミラーから上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出されたレーザ光を検出するレーザ光センサとを備え

たことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項5】 レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記被加工物上の加工点で発生し上記レーザ発振器内に戻ってきた上記レーザ光以外の光と、上記レーザ発振器内に発生したレーザ光の一部とを、上記レーザ発振器を構成する共振器のリアミラーから上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光の一部と上記レーザ光以外の光の中からレーザ光とレーザ光以外の光とを分離するためのビームスプリッタと、分離された上記レーザ光以外の光を検出する光センサと、上記レーザ光を検出するレーザ光センサとを備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項6】 レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記被加工物上の加工点で発生し、上記レーザ発振器内に戻ってきた、上記レーザ光以外の光と、上記レーザ発振器内に発生したレーザ光の一部とを、上記レーザ発振器を構成する共振器のリアミラーから上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光の一部と上記レーザ光以外の光を均一に拡散、減光するための積分球と、積分球内部に伝送された光の中からレーザ光以外の光を検出する光センサと、積分球内部に伝送された光の中からレーザ光を検出するレーザ光センサとを備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項7】 請求項6記載のレーザ加工機において、積分球内部に配置されレーザ光成分とそれ以外の光とを分離するビームスプリッタと、上記ビームスプリッタで分離された後、積分球内で拡散、減光されたレーザ光を検出するレーザ光センサと、上記ビームスプリッタで分離されたレーザ光以外の光を検出する光センサとを備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項8】 請求項6記載のレーザ加工機において、積分球の一部を構成し且つ積分球内部に伝送された光のうちレーザ光成分はその内面で反射、拡散し、それ以外の光は透過するビームスプリッタと、上記ビームスプリッタを透過した光を検出する光センサと、上記積分球内で拡散、減光されたレーザ光を検出するレーザ光センサとを備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項9】 請求項1ないし8記載のレーザ加工機において、光センサにより検出した光の強度、強度分布、波長の変化のうち少なくとも何れか一つの変化に基づいて、集光光学系の焦点位置を検出する検出手段を備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項10】 請求項1ないし9記載のレーザ加工機において、光センサにより検出した光の強度、強度分布、波長の変化のうち少なくとも何れか一つの変化に基づいて、ピアス加工の完了、ピアス加工中の異常の少な

くとも何れか一つを検出する検出手段を備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項11】 請求項1ないし10記載のレーザ加工機において、光センサにより検出した光の強度、強度分布、波長の変化のうち少なくとも何れか一つの変化に基づいて、加工状況を検出する検出手段を備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項12】 請求項11記載のレーザ加工機において、光センサにより検出した光の強度、強度分布、波長の変化のうち少なくとも何れか一つの変化を検出し、焦点位置を検出する検出手段、ピアス加工の完了またはピアス加工中の異常を検出する検出手段、及び加工状況を検出する検出手段の少なくとも一つを備え、上記検出手段の信号に基づき、レーザ発振器の発振条件、加工ガスの状態、焦点位置、送り速度、ノズル状態の少なくとも一つを制御する制御手段を備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項13】 請求項1、2、3、4、5、7、8ないし12のいずれか記載のレーザ加工機において、レーザ光と同軸に光を発生する照明装置と、レーザ発振器に戻ってきた光の中から、上記照明装置で発生した上記光の被加工物の加工面からの反射光とこの反射光以外の光を分離するためのビームスプリッタと、光センサの出力信号を用いて加工面を検出する検出手段と、被加工物に施された加工経路情報を上記検出手段で読みとり、上記加工経路に沿って倣い制御する制御手段を備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項14】 請求項1、2、3、4、5、7、8ないし13のいずれか記載のレーザ加工機において、光センサにより検出した光と、加工ヘッド先端のノズル穴との位置関係に基づき、レーザ光の光軸ずれを検出する検出手段と、上記検出手段の信号に基づき、上記レーザ光に対する上記ノズル穴、及び集光光学系の芯ずれを補正する補正手段を備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項15】 請求項1、2、3、4、5、7、8ないし14のいずれか記載のレーザ加工機において、レーザ光と同軸にリアミラー後方から可視レーザ光を発生する可視レーザ発振器と、被加工物の加工面から反射され、上記レーザ発振器内に戻ってきた上記可視レーザ光と上記可視レーザ光以外の光を分離するビームスプリッタと、光センサが受光する可視レーザ光を用いて、共振器ミラー、もしくはレーザ光を被加工物に導く導光路ミラーの光軸ずれまたは傾きを検出する検出手段と、上記検出手段の信号に基づき、上記ミラーの傾きを変え、光軸ずれを補正する補正手段とを備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項16】 請求項1、2、3、4、5、7、8ないし15のいずれか記載のレーザ加工機において、レーザ発振器内に戻ってきた光のうちレーザ光以外の光を集め、光センサに入射させるための集光レンズと、上記

集光レンズを光軸方向に動かして焦点距離を可変にするための駆動手段とを備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項17】 請求項1、2、3、4、5、7、8ないし16のいずれか記載のレーザ加工機において、レーザ共振のための共振器のリアミラー後方に設けられ、加工面までの距離を検出する距離センサと、上記距離センサで検出した距離に基づき、レーザ光を集光する光学集光素子を光軸方向に駆動する駆動装置とを備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項18】 請求項1、2、3、4、5、7、8ないし17のいずれか記載のレーザ加工機において、光センサの検出信号に基づきレーザ光のビームモードを検出するための検出手段と、共振器ミラーの角度を調整する能動支持機構と、上記回路で検出した結果により、上記能動支持機構を制御してビームモードを補正する制御手段を備えたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項19】 請求項12記載のレーザ加工機を用いたレーザ加工において、(1)光センサの出力信号を用いて(a)集光光学系の焦点位置、(b)ピアス加工の完了、(c)ピアス異常、(d)加工状況のうち少なくとも何れか一つを検出手段にて検出し、(2)この検出手段の出力信号を用いて、制御手段が(a)レーザ発振器の発振条件、(b)加工ガスの状態、(c)焦点位置、(d)送り速度、(e)ノズル状態のうち少なくとも何れか一つを制御することを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項20】 請求項13記載のレーザ加工機を用いたレーザ加工において、(1)光センサの出力信号を用いて被加工物上の加工経路情報を検出手段にて検出し、(2)この検出手段の出力信号を用いて、制御手段が上記レーザ加工機の上記加工経路に沿ったならい制御することを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項21】 請求項14記載のレーザ加工機を用いたレーザ加工において、(1)光センサの出力信号を用いて加工ヘッド先端のノズル穴および集光光学系のレーザ光の光軸からのずれを検出手段にて検出し、(2)この検出手段の出力信号を用いて、制御手段が上記ノズル穴および上記集光光学系の上記レーザ光の光軸からのずれを補正することを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項22】 請求項15記載のレーザ加工機を用いたレーザ加工において、(1)光センサの出力信号を用いて共振機ミラー、導光路ミラーのうち少なくとも何れか一つの傾きを検出手段にて検出し、(2)この検出手段の出力信号を用いて、制御手段が上記共振機ミラー、上記導光路ミラーのうち少なくとも何れか一つの傾きを変え、光軸ずれを補正することを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項23】 請求項18記載のレーザ加工機を用いたレーザ加工において、(1)光センサの出力信号を用

いてレーザ光のビームモードを検出手段にて検出し、  
 (2) この検出手段の出力信号を用いて、制御手段が能動支持機構を制御して上記ビームモードを補正することを特徴とするレーザ加工方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はレーザ加工機、特に焦点合わせや、加工不良検出等を行うための光センサに関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】レーザ光による切断加工を行うレーザ加工機において、切断開始点で行うピアス加工時間の短縮や同加工中のプローブアップの防止、また、ガウジングやバーニング、ドロス付着などの加工不良の発生防止のため、被加工物の加工状態を常に監視する必要がある。そのためには、加工時に被加工物の加工面上に発生する光を検出して監視する装置が必要である。

【0003】図29は、例えば、特開平4-91880号公報、あるいは特開平4-105780号公報に示された従来のレーザ加工機における可視光検出装置である。図において、1は光電素子または撮像素子を用いた光センサ、2は加工ヘッド、3は加工レンズ、4はノズル、5は加工面からの光をセンサ方向に反射させるためのミラー、6は加工ヘッド2に設けられた窓、7は光センサで検出された光によりピアス完了や加工不良などの判断を行う検出部、8はレーザ光、9は被加工物からの光、10はNC装置、11はペンドミラー、12はレーザ発振器、Wは被加工物である。

【0004】従来のレーザ加工機は上記のように構成され、例えば、レーザ光8を被加工物Wに照射すると、照射点の溶融などにより加工面に光が発生し、その光の一部が、ミラー5に反射されてセ光センサ1に導かれる。光センサ1はこの光の強度の変化を検出し、検出部7においてピアス加工の完了時期や加工不良の発生を検出し、これらの情報をNC装置10に伝送し、レーザ加工機の制御を行う。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来のレーザ加工機では、ミラー及びセンサが被加工物近傍の加工ヘッドに取り付けられているため操作上邪魔になり、加工時に被加工物より発生するヒューム、スパッタによりミラーやセンサが汚れたり、あるいはレーザ光の散乱光により損傷を来たし長期間の安定した動作が困難である。また、レーザ光が当らないようにミラーを配置する必要があり、真上から加工部を見ることができないため、十分な光量が得られないため検出感度が低く、また加工点の実体像を得ることが難しく得られる情報量が少なかった。さらに加工内容に応じて交換する加工ヘッドすべてにセンサ機構を設ける必要があるため、高価になるなどの問題点があった。

【0006】この発明は、かかる問題点を解決するためになされたものであり、長期間安定して動作可能な、また加工点の実体像が得られ、かつ感度の高い検出が可能な、さらにセンサ機構は装置に1つ設けるだけでよい安価なレーザ加工機を提供することを目的としている。

##### 【0007】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係るレーザ加工機は、レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記レーザ発振器内に戻ってきた、上記レーザ光以外の光を、上記発振器を構成する共振器のリアミラーから上記共振器外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光以外の光を検出する光センサとを備えるようにした。

【0008】第2の発明に係るレーザ加工機は、レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記発振器を構成する複数の共振器ミラーのうち少なくとも1枚の共振器ミラーを、上記レーザ光は反射しかつ上記レーザ光以外の光は透過できるようにすることにより、上記被加工物上の加工点で発生し上記レーザ発振器内に戻ってきた上記レーザ光以外の光を上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光以外の光を検出する光センサと、上記レーザ発振器内に発生した上記レーザ光の一部を上記共振器のリアミラーから上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出されたレーザ光を検出するレーザ光センサとを備えるようにした。

【0009】第3の発明に係るレーザ加工機は、レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記レーザ発振器の共振器を構成する複数の共振器ミラーの間に、上記レーザ光を透過し上記レーザ光以外の光を反射するビームスプリッタを設けることにより、上記被加工物上の加工点で発生し上記レーザ発振器内に戻ってきた上記レーザ光以外の光を上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光以外の光を検出する光センサと、上記レーザ発振器内に発生した上記レーザ光の一部を、上記共振器のリアミラーから上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出されたレーザ光を検出するレーザ光センサとを備えるようにした。

【0010】第4の発明に係るレーザ加工機は、レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記レーザ発振器の共振器を構成する複数の共振器ミラーの間に、上記共振器内のレーザ光が通る穴を有し且つ上記レーザ光以外の光を反射する穴付きミラーを設けることにより、上記被加工物上の加工点で発生し上記レーザ光センサとを備えるようにした。

ザ発振器内に戻ってきた上記レーザ光以外の光を上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光以外の光を検出する光センサと、上記レーザ発振器内に発生したレーザ光の一部を、上記共振器のアミラーから上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出されたレーザ光を検出するレーザ光センサとを備えるようにした。

【0011】第5の発明に係るレーザ加工機は、レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記被加工物上の加工点で発生し上記レーザ発振器内に戻ってきた上記レーザ光以外の光と、上記レーザ発振器内に発生したレーザ光の一部とを、上記レーザ発振器を構成する共振器のアミラーから上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光の一部と上記レーザ光以外の光の中からレーザ光とレーザ光以外の光とを分離するためのビームスプリッタと、分離された上記レーザ光以外の光を検出する光センサと、上記レーザ光を検出するレーザ光センサとを備えるようにした。

【0012】第6の発明に係るレーザ加工機は、レーザ発振器から伝送されたレーザ光を被加工物上に集光光学系にて集光照射して加工を行うレーザ加工機において、上記被加工物上の加工点で発生し、上記レーザ発振器内に戻ってきた、上記レーザ光以外の光と、上記レーザ発振器内に発生したレーザ光の一部とを、上記レーザ発振器を構成する共振器のアミラーから上記共振器の外に取り出す手段と、この取り出し手段により取り出された上記レーザ光の一部と上記レーザ光以外の光を均一に拡散、減光するための積分球と、積分球内部に伝送された光の中からレーザ光以外の光を検出する光センサと、積分球内部に伝送された光の中からレーザ光を検出するレーザ光センサとを備えるようにした。

【0013】第7の発明に係るレーザ加工機は、第6の発明のレーザ加工機において、積分球内部に配置されレーザ光成分とそれ以外の光とを分離するビームスプリッタと、上記ビームスプリッタで分離された後、積分球内で拡散、減光されたレーザ光を検出するレーザ光センサと、上記ビームスプリッタで分離されたレーザ光以外の光を検出する光センサとを備えるようにした。

【0014】第8の発明に係るレーザ加工機は、第7の発明のレーザ加工機において、積分球の一部を構成し且つ積分球内部に伝送された光のうちレーザ光成分はその内面で反射、拡散し、それ以外の光は透過するビームスプリッタと、上記ビームスプリッタを透過した光を検出する光センサと、上記積分球内で拡散、減光されたレーザ光を検出するレーザ光センサとを備え

【0015】第9の発明に係るレーザ加工機は、第1の発明ないし第8の発明のレーザ加工機において、光センサにより検出した光の強度、強度分布、波長の変化のう

ち少なくとも何れか一つの変化に基づいて、集光光学系の焦点位置を検出する検出手段を備えるようにした。

【0016】第10の発明に係るレーザ加工機は、第1の発明ないし第9の発明のレーザ加工機において、光センサにより検出した光の強度、強度分布、波長の変化のうち少なくとも何れか一つの変化に基づいて、ピアス加工の完了、ピアス加工中の異常の少なくとも何れか一つを検出する検出手段を備えるようにした。

【0017】第11の発明に係るレーザ加工機は、第1の発明ないし第10の発明のレーザ加工機において、光センサにより検出した光の強度、強度分布、波長の変化のうち少なくとも何れか一つの変化に基づいて、加工状況を検出する検出手段を備えるようにした。

【0018】第12の発明に係るレーザ加工機は、第1の発明のレーザ加工機において、光センサにより検出した光の強度、強度分布、波長の変化のうち少なくとも何れか一つの変化を検出し、焦点位置を検出する検出手段、ピアス加工の完了またはピアス加工中の異常を検出する検出手段、及び加工状況を検出する検出手段の少なくとも一つを備え、上記検出手段の信号に基づき、レーザ発振器の発振条件、加工ガスの状態、焦点位置、送り速度、ノズル状態の少なくとも一つを制御する制御手段を備えるようにした。

【0019】第13の発明に係るレーザ加工機は、第1、第2、第3、第4、第5、第7、第8ないし第12の発明のいずれかのレーザ加工機において、レーザ光と同軸に光を発生する照明装置と、レーザ発振器に戻ってきた光の中から、上記照明装置で発生した上記光の被加工物の加工面からの反射光とこの反射光以外の光を分離するためのビームスプリッタと、光センサの出力信号を用いて加工面を検出する検出手段と、被加工物に施された加工経路情報を上記検出手段で読みとり、上記加工経路に沿って倣い制御する制御手段を備えるようにした。

【0020】第14の発明に係るレーザ加工機は、第1、第2、第3、第4、第5、第7、第8ないし第13の発明のいずれかのレーザ加工機において、光センサにより検出した光と、加工ヘッド先端のノズル穴との位置関係に基づき、レーザ光の光軸ずれを検出する検出手段と、上記検出手段の信号に基づき、上記レーザ光に対する上記ノズル穴、及び集光光学系の芯ずれを補正する補正手段を備えるようにした。

【0021】第15の発明に係るレーザ加工機は、第1、第2、第3、第4、第5、第7、第8ないし第14の発明のいずれかのレーザ加工機において、レーザ光と同軸にアミラー後方から可視レーザ光を発生する可視レーザ発振器と、被加工物の加工面から反射され、上記レーザ発振器内に戻ってきた上記可視レーザ光と上記可視レーザ光以外の光を分離するビームスプリッタと、光センサが受光する可視レーザ光を用いて、共振器ミラーの、もしくはレーザ光を被加工物に導く導光路ミラーの

光軸ずれまたは傾きを検出する検出手段と、上記検出手段の信号に基づき、上記ミラーの傾きを変え、光軸ずれを補正する補正手段とを備えるようにした。

【0022】第16の発明に係るレーザ加工機は、第1、第2、第3、第4、第5、第7、第8ないし第15の発明のいずれかのレーザ加工機において、レーザ発振器内に戻ってきた光のうちレーザ光以外の光を集めし、光センサに入射させるための集光レンズと、上記集光レンズを光軸方向に動かして焦点距離を可変にするための駆動手段とを備えるようにした。

【0023】第17の発明に係るレーザ加工機は、第1、第2、第3、第4、第5、第7、第8ないし第16の発明のいずれかのレーザ加工機において、レーザ共振のための共振器のアミラー後方に設けられ、加工面までの距離を検出する距離センサと、上記距離センサで検出した距離に基づき、レーザ光を集めする光学集光素子を光軸方向に駆動する駆動装置とを備えるようにした。

【0024】第18の発明に係るレーザ加工機は、第1、第2、第3、第4、第5、第7、第8ないし第17の発明のいずれかのレーザ加工機において、光センサの検出手信号に基づきレーザ光のビームモードを検出するための検出手段と、共振器ミラーの角度を調整する能動支持機構と、上記回路で検出した結果により、上記能動支持機構を制御してビームモードを補正する制御手段とを備えるようにした。

【0025】第19の発明に係るレーザ加工方法は、第12の発明のレーザ加工機を用いたレーザ加工において、(1)光センサの出力信号を用いて(a)集光光学系の焦点位置、(b)ピアス加工の完了、(c)ピアス異常、(d)加工状況のうち少なくとも何れか一つを検出手段にて検出し、(2)この検出手段の出力信号を用いて、制御手段が(a)レーザ発振器の発振条件、(b)加工ガスの状態、(c)焦点位置、(d)送り速度、(e)ノズル状態のうち少なくとも何れか一つを制御するようにした。

【0026】第20の発明に係るレーザ加工方法は、第13の発明のレーザ加工機を用いたレーザ加工において、(1)光センサの出力信号を用いて被加工物上の加工経路情報を検出手段にて検出し、(2)この検出手段の出力信号を用いて、制御手段が上記レーザ加工機の上記加工経路に沿ったならい制御をするようにした。

【0027】第21の発明に係るレーザ加工方法は、第14の発明のレーザ加工機を用いたレーザ加工において、(1)光センサの出力信号を用いて加工ヘッド先端のノズル穴および集光光学系のレーザ光の光軸からのずれを検出手段にて検出し、(2)この検出手段の出力信号を用いて、制御手段が上記ノズル穴および上記集光光学系の上記レーザ光の光軸からのずれを補正するようにした。

【0028】第22の発明に係るレーザ加工方法は、第

15の発明のレーザ加工機を用いたレーザ加工において、(1)光センサの出力信号を用いて共振機ミラー、導光路ミラーのうち少なくとも何れか一つの傾きを検出手段にて検出し、(2)この検出手段の出力信号を用いて、制御手段が上記共振機ミラー、上記導光路ミラーのうち少なくとも何れか一つの傾きを変え、光軸ずれを補正するようにした。

【0029】第23の発明に係るレーザ加工方法は、第18の発明のレーザ加工機を用いたレーザ加工において、(1)光センサの出力信号を用いてレーザ光のビームモードを検出手段にて検出し、(2)この検出手段の出力信号を用いて、制御手段が能動支持機構を制御して上記ビームモードを補正するようにした。

【0030】

【作用】第1の発明から第8の発明のレーザ加工機は、被加工物の加工面上に発生した光のうち、レーザ光の導光路を逆に戻ってきた光の一部をレーザ発振器の共振器からレーザ光と分離して取り出し、検出可能とする。第9の発明のレーザ加工機は、集光光学系の焦点位置を検出可能にする。第10の発明のレーザ加工機は、ピアス加工の完了、ピアス加工中の異常の少なくとも何れか一つを検出可能にする。第11の発明のレーザ加工機は、被加工物の加工点の加工状況を検出可能にする。

【0031】第12の発明のレーザ加工機は、焦点位置、ピアス加工の完了またはピアス加工中の異常、被加工物の加工点の加工状況に基づき、加工条件を制御可能にする。第13の発明のレーザ加工機は、被加工物に施された加工経路情報に基づき、上記加工経路に沿った自動制御を可能にする。第14の発明のレーザ加工機は、レーザ光に対するノズル穴、及び集光光学系の芯ずれの補正を可能にする。

【0032】第15の発明のレーザ加工機は、共振器ミラー、導光路ミラーの傾きを変え、光軸ずれを補正可能にする。第16の発明のレーザ加工機は、集光レンズを光軸方向に動かして集光レンズの焦点距離を可変にする。第17の発明のレーザ加工機は、加工レンズから被加工物表面までの距離を検出可能にする。第18の発明のレーザ加工機は、共振器ミラーの角度を調整する能動支持機構を制御してビームモードを補正可能にする。

【0033】第19の発明のレーザ加工方法は、焦点位置、ピアス加工の完了またはピアス加工中の異常、被加工物の加工点の加工状況に基づき、レーザ発振器の発振条件加工条件、加工ガスの状態、焦点位置、送り速度、ノズル状態のうち少なくとも何れか一つを自動制御可能にする。第20の発明のレーザ加工方法は、被加工物上の加工経路情報を基づき、加工経路に沿った自動制御を可能にする。第21の発明のレーザ加工方法は、レーザ光に対するノズル穴、及び集光光学系の芯ずれの自動補正を可能にする。第22の発明のレーザ加工機は、共振器ミラー、導光路ミラーの傾きを変え、光軸ずれの

自動補正を可能にする。第23の発明のレーザ加工機は、共振器ミラーの角度を調整する能動支持機構を制御してビームモードの自動補正を可能にする。

#### 【0034】

【実施例】実施例1. 図1は第1の発明の一実施例を示す構成図であり、1は光センサ、2はノズル4と加工レンズ3を含む加工ヘッド、8はレーザ光、9は被加工物Wの加工面に発生し戻ってきた光、10はレーザ光8により加工される被加工物Wを移動させる駆動テーブル23を制御するためのNC装置、11は導光路に設けられたペンドミラー、12は電極15の間で形成される放電により分子を励起し、その誘導放出によりレーザ光を得るレーザ発振器、13はレーザ発振器の共振器ミラーのひとつで、レーザ光を取り出すための部分透過ミラー、14はレーザ発振器の共振器ミラーのひとつのリアミラーであり、このミラー14は例えばZnSe(ジンクセレン)などに多層膜をコーティングし、レーザ光に対して反射率がほぼ100%、それ以外の光(特に可視光)に対して反射率が数10%のものを用いる。そのため、加工面に発生して導光路を逆に戻り、レーザ発振器内に戻ってきた光9の一部を共振器の外に取り出すことができる。

【0035】16はリアミラー14を透過した光9のうち、光センサ1を損傷しないようにレーザ光成分を完全に除去し、かつ、検出感度の良い波長域の光を選択的に透過するため、例えば色付きガラスのような波長選択フィルタであり、光センサ1の中に内蔵されていても良い。9'は被加工物Wの加工面に発生し戻ってきた光9のうち上記波長選択フィルタ16を通ることでレーザ光成分を完全に取り除かれた光である。なお、光センサ1は、波長選択フィルタ16を透過した光9'の波長域に対して検出感度の良いものを用いており、光センサ1はS1フォトダイオードのように受光素子が単一なものでも、あるいは受光素子をアレイ状に集積したCCDのような撮像素子であってもよく、単一素子の場合は加工点の発光の強度の変化を、撮像素子の場合は上記加工点の発光強度の変化のほか、加工点の実体像から発光の強度分布の変化あるいは色(波長)の変化を検出することができる。

【0036】このように構成すると、光センサ1や光センサ1に光を導くためのミラーを加工ヘッド内のように被加工物近傍に設ける必要がないので、レーザ光の散乱光で損傷を受けたり、十分な光量が得られず感度が低いといった従来の問題点を解決でき、かつ装置全体を小型化でき、信頼性の高い検出機構を得ることができる。

【0037】実施例2. 図2は第2の発明の一実施例を示すレーザ加工機のレーザ発振器を示す構成図であり、図において、17a、17b、および18はレーザ発振器内部の共振光軸を構成するためのミラーである。これらのミラーのうち、18はリアミラー14と同様に、レ

ーザ光の反射率がほぼ100%で、それ以外の光(特に可視光)の反射率が数10%の、例えばZnSe(ジンクセレン)に多層コーティングして製造されたビームスプリッタであり、偏光による反射率の違いを利用して出力されるレーザ光を直線偏光とする作用を持ち合わせていても良い。19はリアミラー14をわずかに透過したレーザ光8を検出する、例えばサーモパイプのような熱電変換素子あるいはHgCdTeのような光電変換素子であるレーザ光センサである。

【0038】レーザ発振器に戻ってきた光9は、ミラー18を透過し、波長選択フィルタ16を経てレーザ光成分は完全に除去され、例えばS1フォトダイオードのような光センサ1で検出される。図3は光センサ1とレーザ光センサ19の光検出感度と波長選択フィルタ16の透過特性の一例であり、光センサ1の感度の中心を可視光域とし、レーザ光センサ19の感度を赤外光域とし、波長選択フィルタ16を可視光透過形にすると、センサの感度が干渉することなく検出することが出来る。ここで、光センサ1はS1フォトダイオードのように受光素子が単一なものでも、あるいは受光素子をアレイ状に集積したCCDのような撮像素子であってもよく、単一素子の場合は加工点の発光の強度の変化を、撮像素子の場合は上記加工点の発光強度の変化のほか、加工点の実体像から発光の強度分布の変化あるいは色(波長)の変化を検出することができる。このように構成することにより、レーザ出力のモニタのためのレーザ光検出と、加工点から発生しレーザ発振器に戻ってきたレーザ光以外の光の検出を同時にを行うことが可能になる。

【0039】なお、本実施例では、ミラー18をビームスプリッタとしたが、17a、17bなどその他の共振器ミラーを、ビームスプリッタとして、その後方に波長選択フィルタ16及び光センサ1を置くことによっても同様の効果を得ることができる。

【0040】実施例3. 図4は第3の発明の一実施例を示すレーザ加工機のレーザ発振器を示す構成図であり、図において、20はレーザ加工機のレーザ発振器内部の共振器ミラーの間に設けたビームスプリッタであり、レーザ光をほぼ100%透過し、それ以外の光をほぼ100%反射する、例えばGaAs(ガリウムヒ素)などの材質で製造されており、レーザ光8を直線偏光するために、レーザ光の入射角がブリュースタ角となるように配置されていてもよい。

【0041】加工点に発生しレーザ発振器に戻った光9は、ビームスプリッタ20により反射され、波長選択フィルタ16を通り、光センサ1で検出される。また、ビームスプリッタ20を透過したレーザ光8は、リアミラー14をわずかに透過し、レーザ光センサ19により検出される。これにより、レーザ出力のモニタのためのレーザ光検出と、加工点から発生しレーザ発振器に戻ってきたレーザ光以外の光の検出を同時にを行うことが可能に

なる。なお、光センサ1はS i フォトダイオードのように受光素子が単一なものでも、あるいは受光素子をアレイ状に集積したC C Dのような撮像素子であってもよく、单一素子の場合は加工点の発光の強度の変化を、撮像素子の場合は上記加工点の発光強度の変化のほか、加工点の実体像から発光の強度分布の変化あるいは色(波長)の変化を検出することができる。

【0042】実施例4. 図5は第4の発明の一実施例を示すレーザ加工機のレーザ発振器を示す構成図であり、図において、21はレーザ発振器内部の共振器ミラーの間に設けられた、その中心部にレーザ光8が通る大きさの穴を設けた穴付きミラーである。加工点に発生しレーザ発振器に戻ってきた光9は、この穴付きミラー21によって反射され、波長選択フィルタ16を通り、光センサ1で検出される。ここで、波長選択フィルタ16は加工点の像を光センサ1の受光面上に結像するために集光作用を持ち合わせていてもよい。穴付きミラー21の穴の大きさが、レーザ光8のビーム径よりも大きいため、レーザ光8は穴付きミラー21に邪魔されることなく部分透過ミラー13とリアミラー14の間で発振し、またその一部は、リアミラー14を経由して、レーザ光センサ19により検出される。これにより、レーザ出力のモニタのためのレーザ光検出と、加工点から発生しレーザ発振器に戻ってきたレーザ光以外の光の検出を同時に行うことが可能になる。なお、光センサ1はS i フォトダイオードのように受光素子が単一なものでも、あるいは受光素子をアレイ状に集積したC C Dのような撮像素子であってもよく、单一素子の場合は加工点の発光の強度の変化を、撮像素子の場合は上記加工点の発光強度の変化のほか、加工点の実体像から発光の強度分布の変化あるいは色(波長)の変化を検出することができる。

【0043】実施例5. 図6は第5の発明の一実施例を示すレーザ加工機を示す構成図であり、図において、32はレーザ発振器のリアミラー14から一部取り出されたレーザ光8と、加工点に発生してレーザ発振器内に戻ってきた光9'を分離する、例えばZnSe(ジンクセレン)などに多層コーティングされたビームスプリッタである。19は上記レーザ光8を検出するレーザ光センサであり、1は上記光9'のうち波長選択フィルタ16によりレーザ光成分を完全に除去された光9'を検出するための光センサである。この様に構成することによって、レーザ出力のモニタのためのレーザ光検出と、光センサによる加工点から光の検出とを同時にを行うことが可能になる。なお、光センサ1はS i フォトダイオードのように受光素子が単一なものでも、あるいは受光素子をアレイ状に集積したC C Dのような撮像素子であってもよく、单一素子の場合は加工点の発光の強度の変化を、撮像素子の場合は上記加工点の発光強度の変化のほか、加工点の実体像から発光の強度分布の変化あるいは色(波長)の変化を検出することができる。

【0044】なお、本実施例では、レーザ光8を反射して、それ以外の光9を透過するビームスプリッタを用いたが、このかわりに、レーザ光8を透過し、それ以外の光9を反射する例えばG a A s(ガリウムヒ素)などの材料で作られたビームスプリッタを用いても、レーザ光センサ19と光センサ1の位置を逆にする事により、同様の効果を得ることができる。

【0045】実施例6. 図7は第6の発明の一実施例を示すレーザ加工機を示す構成図であり、図において、33はリアミラー14から一部取り出されたレーザ光8を均一に減光するための積分球である。19はレーザ光センサであり、上記積分球33によって減光・平均化された光のうちレーザ光成分を検出し、発振中のレーザ光の出力を検出することができる。また、加工点に発生してレーザ発振器内に戻り、リアミラー14を透過し、積分球33に導光されたレーザ光以外の光9は、フィルタ16を通して積分球33の内面に検出部が向くように設けられた光センサ1によって検出される。この様に構成することにより、レーザ光センサ19によるレーザ出力のモニタのためのレーザ光検出と、光センサ1による加工点からの光検出とを同時にを行うことができる。さらに本構成ではビームスプリッタの代わりに積分球を用い、また、積分球に各センサを設置するので安価で小型の装置が得られる。

【0046】実施例7. 図8は第6の発明の他の実施例を示すレーザ加工機を示す構成図であり、図において、光センサ1は、レーザ光センサ19及び波長選択フィルタ16と一緒に構成されている。このように構成することによつても、実施例6と同様の効果を得ることができる。

【0047】実施例8. 図9は第7の発明の一実施例を示すレーザ加工機を示す構成図であり、図において、34はレーザ光8とそれ以外の光9'を分離するため、レーザ光8は透過し、それ以外の光9'は反射するように、例えばG a A s(ガリウムヒ素)などで作られたミラー(ビームスプリッタ)であり、積分球33内に設置されている。レーザ光成分は、ミラー34を透過し、積分球33によって減光・平均化され、レーザ光センサ19で検出される。加工点で発生し、レーザ発振器に戻り、リアミラー14を出てきたレーザ光以外の光9はミラー34で反射され、波長選択フィルタ16、集光レンズ35を経て光センサ1に導かれ検出される。ここで光センサ1はS i フォトダイオードのように受光素子が単一なものでも、あるいは受光素子をアレイ状に集積したC C Dのような撮像素子であってもよく、单一素子の場合は加工点の発光の強度の変化を、撮像素子の場合は上記加工点の発光強度の変化のほか、加工点の実体像から発光の強度分布の変化あるいは色(波長)の変化を検出することができる。この様に構成することにより、レーザ光センサによるレーザ出力のモニタのためのレーザ光検出と

光センサによる加工点からの光検出とを同時に行うことができる。

【0048】実施例9、図10は第8の発明の一実施例を示すレーザ加工機を示す構成図であり、図において、36はレーザ光8とそれ以外の光9とを分離するための、レーザ光はほぼ100%反射し、それ以外の光は透過するように、例えばZnSe（ジンクセレン）で作られたフィルタであり、積分球33の内側に面している部分が積分球内面と同様な曲面を有している。リアミラー14から出てきたレーザ光8とそれ以外の光9は共に積分球33内に導光され、フィルタ36によって、レーザ光8は積分球33内に反射、拡散され、それ以外の光9は透過し、波長選択フィルタ16、集光レンズ35を経て光センサ1に導かれる。ここで、光センサ1はSiフォトダイオードのように受光素子が単一なものでも、あるいは受光素子をアレイ状に集積したCCDのような撮像素子であってもよく、单一素子の場合は加工点の発光の強度の変化を、撮像素子の場合は上記加工点の発光強度の変化のほか、加工点の実体像から発光の強度分布の変化あるいは色（波長）の変化を検出することができる。また、レーザ光センサ19を積分球33に設けることにより、レーザ出力のモニタのためのレーザ光検出と光センサ1による加工点からの光検出とを同時にを行うことができる。

【0049】実施例10、図11は第8の発明の他の実施例を示す他のレーザ加工機を示す構成図であり、図において、37は実施例9で示したフィルタ36をレンズ状にして結像作用をもたせたもので、レーザ光8は反射し、それ以外の光を透過するように、例えばZnSe（ジンクセレン）などの材料で作られた両凸または平凸レンズである。積分球33の内面に面している部分が、凸球面となっているため、加工点に発生し、レーザ発振器に戻りリアミラー14から出てきた光のうち、レーザ光成分は反射、拡散され、それ以外の光は、収束され、波長選択フィルタ16を経て光センサ1に導かれる。このような構成をすることにより、図10で用いた集光レンズ35を使用すること無く、加工点の実体像を得ることが可能となり、また、レーザ光センサ19を設けることにより、レーザ出力が検出でき、実施例9と同様の効果を得ることができる。なお、光センサ1はSiフォトダイオードのように受光素子が単一なものでも、あるいは受光素子をアレイ状に集積したCCDのような撮像素子であってもよく、单一素子の場合は加工点の発光の強度の変化を、撮像素子の場合は上記加工点の発光強度の変化のほか、加工点の実体像から発光の強度分布の変化あるいは色（波長）の変化を検出することができる。

【0050】実施例11、図12は、実施例10で示したレンズ37を積分球33内の任意の位置に設けた他の実施例であり、請求項6に係わるレーザ加工機を示すものである。このようにレンズ37を設けることにより、

加工点に発生し、レーザ発振器に戻りリアミラー14から出てきて積分球33内で拡散・平均化された光のうち、レーザ光以外の光を集めることができ、より多くの光を光センサ1に導くことができる。また、レーザ光センサ19を設けることにより、レーザ出力のモニタのためのレーザ光検出と光センサ1による加工点からの光検出とを同時にを行うことができる。

【0051】実施例12、図13は第9、10、11、12の発明に係わるレーザ加工機を示す構成図であり、図において、22は例えば加工レンズ3のような集光光学系を光軸（上下）方向に動かすため位置エンコーダを内蔵した駆動装置で、加工レンズのみではなく加工レンズを内蔵した加工ヘッド全体を駆動してもよい。26は被加工物とノズルの間の距離及びノズル形状を変えることができる駆動式ノズルである。23は被加工物Wを動かすための駆動テーブルで、24は加工ガスの圧力、流量、種類、成分など加工ガスの状態を調整する加工ガス調整装置で、10は駆動装置22及び駆動テーブル23及び駆動式ノズル26を制御するためのサーボ回路を含み、加工ガス調整装置24及びレーザ発振器12への指令信号を発生する機能を含むNC装置で、27はレーザ光センサ19の検出信号から発振中のレーザ出力を換算し、NC装置10からのレーザ出力指令値と一致するようフィードバック制御を行うためのレーザ発振制御回路である。25は加工点に発生し、導光路及びレーザ発振器を介して実施例1から11のいずれかの方法により光センサ1で検出された出力を信号から、光センサ1が单一素子の場合は加工点の発光の強度の変化、あるいは光センサ1が撮像素子の場合は画像処理し加工点の発光の強度分布または色（波長）の変化を求め、ピーク検出、比較演算などをを行い、NC装置10への信号を発生するための光センサ検出信号処理回路である。28はレーザ加工機から離れたところにいるオペレータに装置の異常等を知らせるための遠隔表示装置である。

【0052】次に動作について説明する。被加工物Wを駆動テーブル23により水平方向に移動させながら、かつ加工ガスにN<sub>2</sub>などの不活性ガスを用いながら、100W程度の微弱なレーザ光を照射し、加工レンズ3を上下させると、照射点が発光し、被加工物表面に加工レンズの焦点が一致した時に、特に輝度の高い青色の発光（ブルーフレーム）が生じる。図14は上記照射点の発光を光センサ1で検出し、光センサ検出信号処理回路25で処理することで得られた光センサ検出信号処理出力の一例である。加工レンズの光軸（上下）方向の運動に対して照射点の発光の強度は変化し、光センサ1が单一素子である場合は、照射点全体からの発光強度の変化が検出されることから出力Aが得られ、光センサ1を撮像素子すると発光強度分布が検出されることからの強度分布の輝度の高い点に着目すると出力Bが得られ、ブルーフレーム時に生じる光の波長（色）の輝度変化に着目す

ると出力Cが得られる。

【0053】出力A, B, Cのいずれにおいても、加工レンズを上下に移動させ、上記出力が最大値になった位置が被加工物表面に加工レンズの焦点が一致した状態に相当する。従って、出力A, B, Cのうち、いずれかの光センサ検出信号処理出力に着目し、出力が最大になったときに光センサ検出信号処理回路25からNC装置10に焦点検出信号を送り、その時の駆動装置22の位置エンコーダの値を記憶することにより、被加工物表面と加工レンズの焦点が一致するような加工レンズの位置を知ることができ、焦点出し作業が自動に行える。なお、集光光学系が反射型の場合、例えば放物面鏡などであっても同様な操作が行える。

【0054】図15a, 15bはレーザ切断開始点でのピアス加工を行う際の加工点の状態を撮像素子とした光センサ1で検出し、光センサ検出信号処理回路25により画像処理した一例の模式図である。ノズル穴29を通して観察される加工点は、ピアス穴の貫通前は(a)のように全体が発光しているが、貫通後は(b)のようにピアス穴の外縁のみが発光し、中心の強度は大きく低下する。図16はピアス加工中の加工点から発生する光を光センサ1で検出し、光センサ検出信号処理回路25で処理することで得られた光センサ検出信号処理出力の一例である。光センサ1が単一素子あるいは撮像素子であってもほぼ同様になり、ピアス穴が貫通後は光の強度が減少するため出力レベルが低下し、予め決められた規定レベルA以下で貫通とみなすことでピアス完了を検知することができる。そこで、加工点の光の強度に対応する上記光センサ検出信号処理出力と上記規定レベルAを光センサ検出信号処理回路25中に設けた比較回路で比較し、上出力が規定レベルA以下になったときに光センサ検出信号処理回路25からピアス完了信号をNC装置10に送信し、NC装置10は上記信号を受信後、つぎの動作を開始するようにすると、被加工物の初期温度などにより変化するピアス時間を予め設定せずに順次、加工が行え、加工時間を短縮することができる。

【0055】また、ピアス加工中にブローアップが発生する直前は、照射点周辺の温度が上昇するため熱輻射により発光部が広がり、光センサ1で検出される加工点から発生する光の強度は増加する。図17はその様子を示した一例である。光の強度の増大に対応し光センサ検出信号処理出力が上昇するので、ブローアップ発生のしきい値として規定レベルBを予め決めておき、上記光センサ検出信号処理出力と上記規定レベルBを比較し、上記出力が規定レベルBを越えたときに光センサ検出信号処理回路25からブローアップ防止信号をNC装置10に送信し、NC装置10は上記信号を受信後、直ちにレーザ発振器の出力、周波数、デュティーなどの発振状態あるいは加工ガス圧を制御することにより、ブローアップによるピアス加工の失敗を防止することができる。ま

た、ブローアップ発生時の光センサ検出信号処理出力レベルに対応する規定レベルCを設定することにより、上記方法でピアス加工失敗を回避できずブローアップしたことを見知ることができ、その情報をNC装置10に送ることにより、運転停止したり、遠隔表示装置28によりオペレータに異常を知らせることができる。

【0056】以上のように、加工点を真上から観察できるようにすると、加工点の発光の強弱が明確になりS/N比が良くなるため、ブルーフレーム発生、ピアス穴貫通、ブローアップ発生の前兆を正確に捕らえることができ、従来に比較して焦点検出、ピアス完了検出、ブローアップ防止のための信号処理が容易に行える。

【0057】図18はレーザ切断加工中の加工点の状態を撮像素子とした光センサ1で検出し、その検出出力を光センサ検出信号処理回路25により画像処理した一例の模式図であり、レーザ照射点の発光のほか、レーザ光の進行方向の後方に切断により生じた溝と、溝の中を流れる落ちる溶融金属の熱輻射による発光が観察され、切断加工中に加工状態が変化すると加工点の発光状態が変化する。図19はガウジング、切断面キズ発生、バーニング、ドロス発生などの加工不良が生じた場合の光センサ検出信号処理出力の一例である。光センサ1が単一素子あるいは撮像素子であってもほぼ同様になり、上記加工不良が生じると正常な状態に比較して加工点の発光強度が不規則に変動し、それに対応し光センサ検出信号処理出力も変動する。そこで、上記光センサ検出信号処理出力と予め決められた規定レベルD及びEを比較し、上記規定レベルD, Eで挟まれる範囲外への変化を検知することで加工不良の発生を知ることができます。その情報をNC装置10に送信することで、遠隔表示装置28によりオペレータに加工不良発生を知らせることができます。また、通常は加工中に上記加工不良が発生しても、ビームモード、出力、周波数、デュティーなどの発振状態、加工ガスの圧力、流量、種類、焦点位置、送り速度、ノズル高さ、ノズル形状などを適宜調整することにより良好な加工状態に復元でき、加工不良の改善がなされることから、予め上記加工不良の発生状況に応じて、ビームモード、出力、周波数、デュティーなどの発振状態、加工ガスの圧力、流量、種類、焦点位置、送り速度、ノズル高さ、ノズル形状などの調整項目をNC装置10に記憶させておき、光センサ1で加工点の状態を検知しながら、上記調整項目をNC装置10の指令により調整することで、加工不良の改善が自動で行える。図20に上記自動加工不良の改善処理のフローチャートを示す。なお、光センサ1を撮像素子とし、その出力を光センサ検出信号処理回路25で画像処理した場合は、加工点の発光の強度分布の変化がわからることから、光の強度の変化を検出する以上に詳細な加工状況監視ができ、加工点の温度分布なども知ることができることから、切断以外の例えば焼入れ、溶接などの加工でも同様な加工の

自動化が可能となる。

【0058】以上のように、加工点に発生しレーザ発振器に戻ってきた光を光センサで検出し、上記検出出力を信号処理し、上記処理結果に応じてレーザ加工機を制御することにより、焦点出し、ピアス完了検出、プローブアップ検出、加工不良検出及び加工不良改善が可能となり、加工の自動化及び無人運転を行うことが可能となる。

【0059】実施例13. 図21は第13の発明の一実施例のレーザ加工機を示す構成図であり、図において、40は照明装置であり、そこから発生した光はレンズ41により平行光線にされ、ビームスプリッタ42によりレーザ発振器12内に導入され、レーザ発振器12から導光路、加工レンズ3、ノズル穴29を経て、被加工物Wの加工面を照らす。照明装置40の光により照らされた加工面はノズル穴29を通して、実施例1から5及び8から10のいずれかの方法により撮像素子を用いた光センサ1で検出され、その出力を光センサ検出信号処理回路25で画像処理することにより、被加工物Wの表面に予め記された加工経路に相当する加工経路ケガキ線43を検知することができる。図22は上記の一例であり、画像からノズル穴29に対するノズル中心44を求め、ノズル中心44が上記加工経路ケガキ線43上になるように、NC装置10より駆動テーブル23に駆動指令を送ることにより、加工経路ケガキ線43に沿った倣い動作及び位置決めが可能となり、NC装置に予め加工経路が書き込まれた形状プログラムを入力するこなく、形状加工を行うことが可能になる。

【0060】この被加工物Wの表面に記された加工経路ケガキ線43の検出及び倣い動作は、実際にレーザ光を被加工物Wに照射し加工をしながら行ってもよく、また、先に倣い動作だけによる加工経路学習（ティーチング）を行ない、その後、上記ティーチングデータに基づいて加工を行ってもよい。

【0061】さらに、駆動テーブル23を水平移動以外に回転軸を設けた3次元加工テーブルとした場合は、3次元立体物に予め記された加工経路ケガキ線43の倣い動作が可能となり、従来、手動により行っていたティーチング作業が自動化され、大幅な作業時間の短縮が可能となる。なお、導光路のペンドミラー11をレーザ光を反射し、それ以外の光を透過するビームスプリッタとして、その位置に照明装置40を設け、被加工物Wを照らすことによっても同様な機能が得られる。また、実施例12においても上記照明装置を付加し、加工中に加工点を照らして検出を行ってもよい。

【0062】実施例14. 図23は第14の発明の一実施例を示すレーザ加工機を示す構成図であり、図において、加工点からの戻り光の検出方法を、実施例1、2、3、4、5、8、9、10のいずれかの方法により、実施例13と同様な被加工物Wの照明機構により加工面を

照らし、撮像素子を用いた光センサ1で検出し、その出力を光センサ検出信号処理回路25で画像処理することにより、ノズル穴29とレーザ光の照射による加工点45の位置との関係を知ることができる。図24は上記の一例であり、画像からノズル穴29に対するノズル中心44を求め、ノズル中心44に対する上記加工点45のずれ量を検知し、そのずれ量を補正するための補正量を芯ずれ補正装置46に入力し、ノズル中心44と加工点45が一致するように、ノズル4あるいは加工レンズ3を動かすことにより、従来、手作業により行っていた、レーザ光に対するノズル及び加工レンズの芯ずれの補正を自動的に、かつ短時間で行うことができる。また、ノズル穴全体が観察されるため、ノズル穴の変形、詰まりを検出することが出来る。

【0063】実施例15. 図25は第15の発明の一実施例のレーザ加工機を示す構成図であり、図において、47はHeNe（ヘリウムネオン）レーザなどの可視のレーザ光を発生するためのレーザ発振器である。発振されたHeNeレーザ光は、ビームスプリッタ42により反射され、レーザ発振器12内にレーザ出力光と同軸に導入され、さらに、導光路を経て被加工物Wに照射される。照射されたHeNeレーザ光は、被加工物W面上で反射され、再び導光路を経由して、レーザ発振器12内に戻り、さらに、レーザ発振器のリアミラー14、ビームスプリッタ42を経て光センサ1に導入される。この戻り光の検出方法を、実施例1、2、3、4、5、8、9、10のいずれかの方法により、光センサ1として撮像素子を用い、その出力を光センサ検出信号処理回路25で画像処理することにより、導光路のペンドミラー11や共振器ミラー17a, bなどの傾きによる光軸のずれに関する情報を得られる。この情報に基づき、導光路のペンドミラー11や共振器ミラー17a, bなどの傾きを修正することにより、光軸のずれを補正することができる。また、光センサ検出信号処理回路25から出力された光軸のずれに関する情報を、ミラー傾き修正回路48に入力し、このミラー傾き修正回路48から、導光路のペンドミラー11や共振器ミラー17a, bなどに設けられたミラーの傾きを動力により修正するミラー傾き修正装置49に修正量指令を送ることにより、ミラーの傾きによる光軸のずれの補正を自動的に行うことができる。

【0064】実施例16. 図26は第16の発明の一実施例のレーザ加工機を示す構成図であり、図において、51は実施例1から5及び8から10のいずれかの方法において、光センサ1の直前に置かれた集光レンズであり、レンズ駆動装置50によって光軸方向に動かし焦点距離を変えることができる。実施例13と同様な照明機構を設けることにより、被照明物から反射してレーザ発振器のリアミラー14から出てきた光は、集光レンズ51を経て、撮像素子を用いた光センサ1に導かれる。集

光レンズ51を焦点位置をレンズ駆動装置50によりを移動することにより、その焦点位置を、被加工物Wの表面から加工レンズ3、ペンドミラー11、レーザ発振器内の共振器ミラー13、17a, bと、適宜に変えることにより、これらの面の様子を光センサ1で観察することが可能となる。その出力を光センサ検出信号処理回路25で画像処理することにより、加工レンズ、ペンドミラー、共振器ミラーなどの光学部品の汚れや損傷を検知することができ、レーザ加工機に自己診断機能を持たせることが可能となる。なお、実施例12から15においても、この図26に示す集光レンズ51、レンズ駆動装置50による焦点移動機能を用いてもよい。

【0065】実施例17. 図27は第17の発明の一実施例のレーザ加工機を示す構成図であり、図において、52はレーザ、超音波、赤外線などの発生器とセンサとを一体化して構成された距離センサであり、リアミラー14の後方から、レーザ発振器12、導光路を経由して、被加工物Wまでの距離を測定することができる。これにより、加工レンズから被加工物面まで距離を高速且つ正確に検出し、被加工物面の凹凸や厚みの変化による加工レンズ3の焦点位置を加工中も正確にワーク表面に追従させることができ、精度で、安定した加工ができるようになる。

【0066】実施例18. 図28は第18の発明の一実施例のレーザ加工機を示す構成図であり、図において、53は適当な出力のレーザ光を加工面上に照射することにより、加工面に発生した光の輝度分布53を、実施例1、2、3、4、5、8、9、10のいずれかの方法において、撮像素子を用いた光センサ1で検出し、その出力を光センサ検出信号処理回路25で画像処理したものである。上記輝度分布53は加工面におけるレーザビーム断面のエネルギー強度分布54にほぼ対応する。従って、このようにして得られたレーザビームのエネルギー強度分布から、ビームモードを判定することができる。上記輝度分布53をNC装置10に伝送、表示し、これを確認しながらレーザ発振器12の共振器ミラーをアライメントすることで、最適なビームモードを維持することができる。あるいは、共振器ミラー13, 17a, 17b, 14に取り付けられた複数個のアクチュエータで構成される、共振器ミラーの角度を微調整する能動支持装置55およびその制御装置56を用いてアライメントを行うことによっても、最適なビームモードを維持することができる。

【0067】ところで上記説明においては、レーザ加工装置の場合について述べたが、これに限らずレーザ光を被照射体に当てるものに実施しても同様の効果を得ることができる。

#### 【0068】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成されているので、被加工物上に加工点に発生し、レーザ發

振器内に戻ってきたレーザ光の波長以外の波長の光を、レーザ共振のための共振器のリアミラー、あるいは他の共振器ミラーから共振器外に取り出し、取り出された上記光を光センサで検出することにより、光センサやミラーを加工ヘッド近傍に設ける必要がなく、操作上邪魔にならない。

【0069】また、検出系を構成するセンサ、ミラーあるいはレンズが、加工時のスパッタやヒュームで汚れたり、加工用の強いレーザ光で熱せられたりするがなくなり、寿命を長くすることができる。また、真上から加工部を見る能够があるため、十分な光量が得られ検出感度が高く、情報量も多い。さらに加工内容に応じて交換する加工ヘッドすべてにセンサ機構を設ける必要がないため安価になる。

【0070】また、レーザ共振のための複数の共振器ミラーのいずれかの間に、レーザ光を透過し、それ以外の光を反射するビームスプリッタを設け、レーザ発振器内に戻ってきたレーザ光の波長以外の波長の光を共振器外に取り出し、上記光を光センサで検出すると、センサユニットをレーザ発振器内部に設けることができるため、装置全体を小型化できる。

【0071】また、レーザ共振のための複数の共振器ミラーのいずれか間に、中心部にレーザビームが十分通る大きさの穴のあいた穴付きミラーを設け、レーザ発振器内に戻ってきたレーザ光の波長以外の波長の光を共振器外に取り出し、上記光を光センサで検出すると、レーザ光の強度やモードに悪影響を与えること無く、戻り光の検出ができる、また、センサユニットをレーザ発振器内部に設けることができるため、装置全体を小型化できる。

【0072】また、上記構成に加え、レーザ発振器内に発生したレーザ光の一部を、レーザ共振のための共振器のリアミラーから取り出し、取り出されたレーザ光を検出するレーザ光センサを設ければレーザ出力のモニタも同時にできる。

【0073】また、レーザ発振器内に戻ってきたレーザ光の波長以外の波長の光と、レーザ発振器内に発生したレーザ光の一部とを、レーザ共振のための共振器のリアミラーから共振器の外に取り出し、これらの光を均一に拡散、減光するための積分球と、減光されたレーザ光を検出するレーザ光センサと、レーザ光以外の光を検出するレーザ光センサとを設けることにより、レーザ出力のモニタと、加工点からの戻り光の検出が同時にでき、さらに装置を安価で小形にすることができる。

【0074】また、積分球内部に伝送された光の中からレーザ光成分とそれ以外の光とを分離するためのビームスプリッタを設置し、レーザ光センサは上記ビームスプリッタで分離された後、積分球内で拡散、減光されたレーザ光を検出し、光センサは上記ビームスプリッタで分離されたレーザ光以外の光を検出するように設置することにより、積分球内のレーザ光の均一性を乱すこと無

く、レーザ光以外の光を効率的に光センサに導くことができ、また、加工点の実体像を見ることが可能となる。

【0075】また、積分球内部に伝送された光のうちレーザ光成分はその内面で反射、発散し、それ以外の光は透過するようなビームスプリッタを積分球内面に設け、光センサは上記ビームスプリッタを透過した光を検出し、レーザ光センサは上記積分球内で拡散、減光されたレーザ光を検出するように設置することにより、上記構成と同様の効果がある。

【0076】また、光センサにより加工点の光の強度または強度分布または波長の変化を検出し、焦点位置を検出することにより、被加工物に対する集光光学系の焦点位置あわせを正確に、かつ簡単に行うことができる。

【0077】また、光センサにより加工点の光の強度または強度分布または波長の変化を検出し、切断開始点でのピアス加工の完了及び異常を検出することにより、加工時間の短縮を図ることができる。

【0078】また、光センサにより加工点の光の強度または強度分布または波長の変化を検出し、切断、溶接、焼入れなどのレーザ加工時の加工状況を検知することにより加工不良の発生を防止することができる。

【0079】また、光センサにより検出した光の強度または強度分布または波長の変化に基づいて、焦点位置を検出する回路、ピアス加工の完了またはピアス加工中の異常を検出する回路、及び加工状況を検出する回路の少なくとも一つを備え、上記回路の信号に基づき、レーザ発振器の発振条件、加工ガスの状態、焦点位置、送り速度、ノズル状態の少なくとも一つを制御することにより、加工の自動化ならびに無人運転が実現できる。

【0080】また、レーザ発振器のリアミラー後方から、導光路を介して加工面上に照明を当て、その反射光をレーザ発振器後方の光センサにより検出し、その像を画像処理することにより、予め被加工物に施された加工経路情報を読みとり、それに沿った倣い動作を行うことが可能となり、加工形状プログラムを予め入力すること無くなく形状加工を行えるようになる。

【0081】また、光センサにより検出した光と、加工ヘッド先端のノズル穴との位置関係に基づき、レーザ光の光軸ずれを検出する回路と、この回路の信号に基づき、レーザ光に対するノズル、及び集光光学系の芯ずれを補正する補正手段を設けることにより、加工ヘッドのノズル穴に対するレーザ光軸の位置を自動的に調整することができる。

【0082】また、レーザ発振器のリアミラー後方から可視レーザ光を照射し、被加工物によって反射された上記可視レーザ光の位置を光センサにより検出することにより、導光路ミラー及び共振器ミラーの傾きによる光軸ずれを検出することができ、導光路ミラー及び共振器ミラーの傾きを自動的に調整することが可能になる。

【0083】また、レーザ発振器のリアミラー後方に可

動焦点の集光レンズと光センサ及び波長選択フィルタとを設けることにより、導光路上の加工レンズやペンドミラーや共振器ミラーなどの光学部品の汚れや損傷を検知でき、装置の自己診断が可能となる。

【0084】また、レーザ発振器のリアミラー後方に、非接触式の距離センサを設け、加工面までの距離を測定することにより、加工レンズとワーク面の距離を常に最も加工性能がよいように調整することができ、加工性能を向上させることができる。

10 【0085】また、加工面に照射したレーザビームの輝度分布を、レーザ発振器のリアミラー後方に設けた光センサによって検出することにより、レーザビームのモードを検出することができ、良好なビーム品質を管理、維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図2】第2の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

20 【図3】図2のセンサの光検出感度の特性図である。

【図4】第3の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図5】第4の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図6】第5の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図7】第6の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

30 【図8】第6の発明の他の実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図9】第7の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図10】第8の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図11】第8の発明の別の実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図12】第8の発明の他の実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

40 【図13】第9ないし第12の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図14】図13の装置における加工レンズ位置と光センサ検出信号処理出力の関係図である。

【図15】図13の装置におけるピアス加工中の加工点の検出状況を示す模式図である。

【図16】ピアス加工完了前後における光センサ検出信号処理出力の変化を示す図である。

【図17】ピアス加工中にプローブアップが発生した時の光センサ検出信号処理出力の波形図である。

50 【図18】切断加工中の加工点の検出状況を示す模式図である。

【図19】切断加工中に加工不良が起きた場合の光センサ検出信号処理出力の波形図である。

【図20】自動加工不良改善処理のフローチャートである。

【図21】第13の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図22】第13の発明のレーザ加工機における加工経路ケガキ線検出動作時の加工面の検出状況を示す模式図である。

【図23】第14の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図24】第14の発明のレーザ加工機における芯ずれ補正動作時の加工面の検出状況を示す模式図である。

【図25】第15の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図26】第16の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図27】第17の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図28】第18の発明の一実施例におけるレーザ加工機の構成図である。

【図29】従来のレーザ加工機の構成図である。

#### 【符号の説明】

W	被加工物
1	光センサ
2	加工ヘッド
3	加工レンズ
4	ノズル
5	センサミラー
6	窓
7	検出部
8	レーザ光
9	加工面に発生し戻ってきた光
9'	加工面に発生し戻ってきたレーザ光以外の光
10	N C装置
11	ペンドミラー
12	レーザ発振器
13	部分透過ミラー
14	リアミラー

15 電極

16 波長選択フィルタ

17a,b ミラー

18 ミラー

19 レーザ光センサ

20 ビームスプリッタ

21 穴付きミラー

22 駆動装置

23 駆動テーブル

24 加工ガス調整装置

25 光センサ検出信号処理回路

26 駆動式ノズル

27 レーザ発振制御回路

28 遠隔表示装置

29 ノズル穴

32 ビームスプリッタ

33 積分球

34 ミラー

35 集光レンズ

36 フィルタ

37 凸レンズ

40 照明装置

41 レンズ

42 ビームスプリッタ

43 加工経路ケガキ線

44 ノズル中心

45 加工点

46 芯ずれ補正装置

47 He-Neレーザ発振器

48 ミラー傾き修正回路

49 ミラー傾き修正装置

50 レンズ駆動装置

51 集光レンズ

52 距離センサ

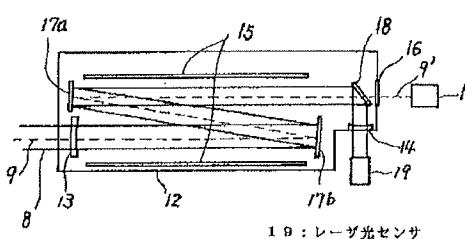
53 輝度分布

54 エネルギー強度分布

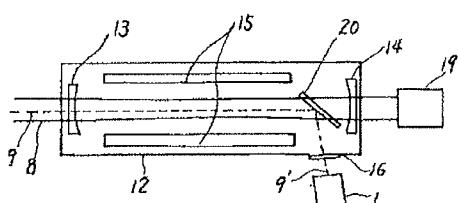
55 能動支持装置

56 制御装置

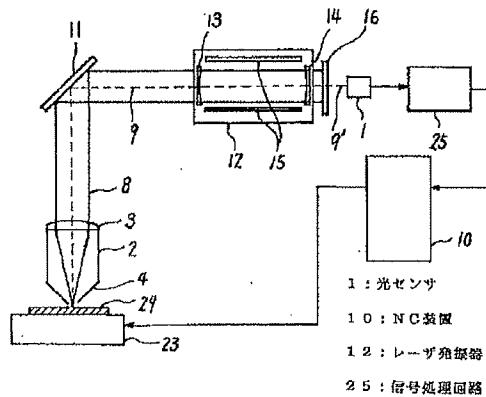
【図2】



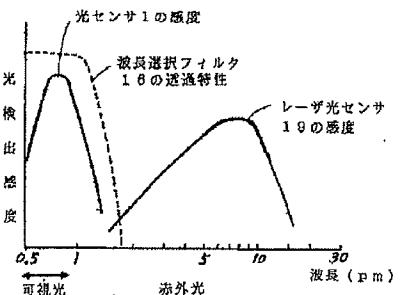
【図4】



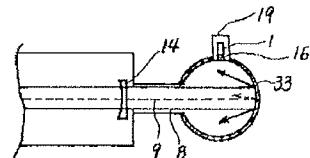
【図1】



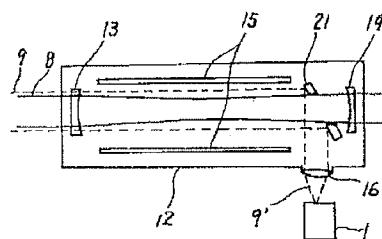
【図3】



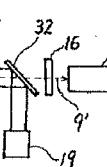
【図8】



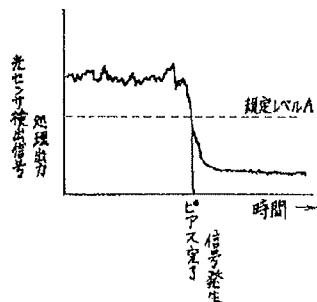
【図5】



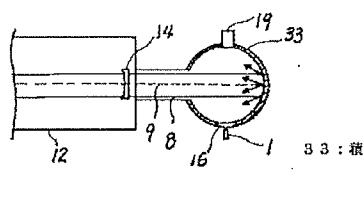
【図6】



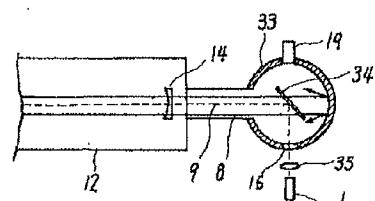
【図16】



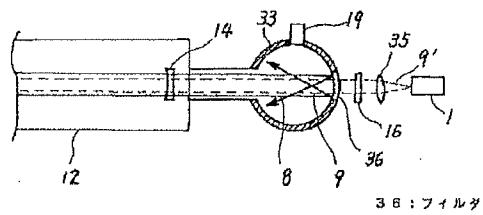
【図7】



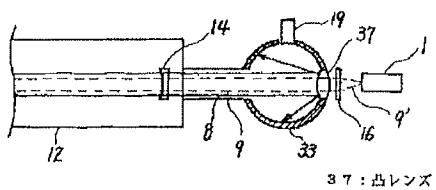
【図9】



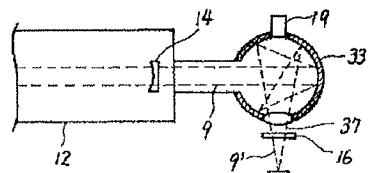
【図10】



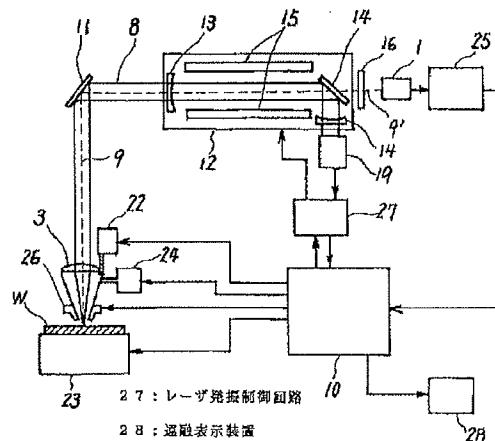
【図11】



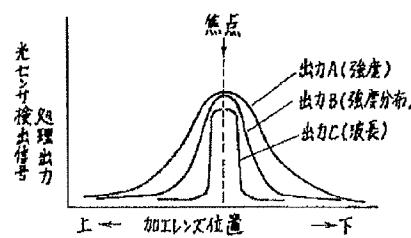
【図12】



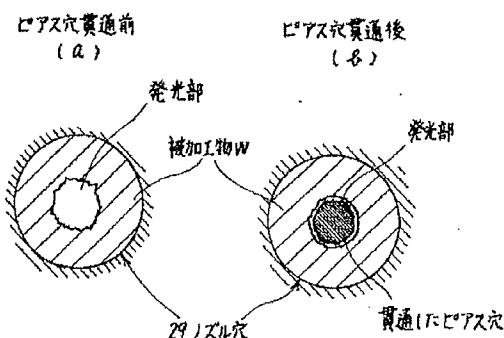
【図13】



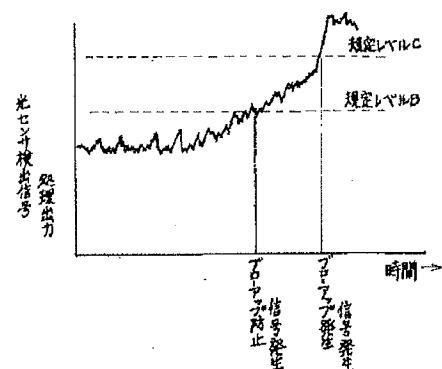
【図14】



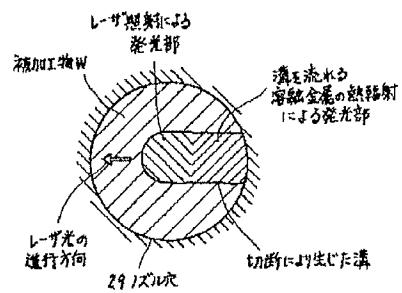
【図15】



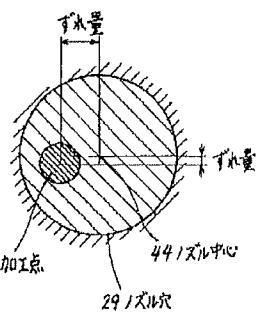
【図17】



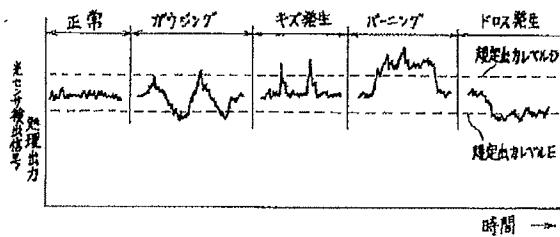
【図18】



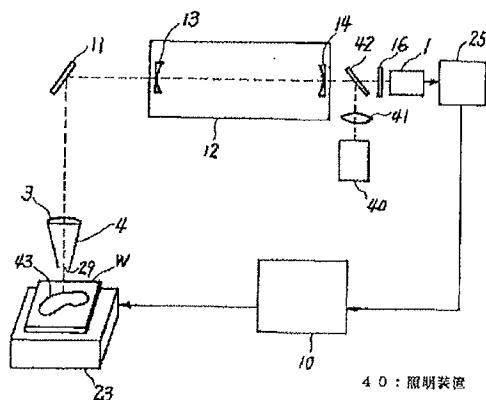
【図24】



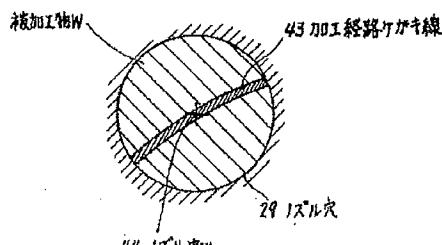
【図19】



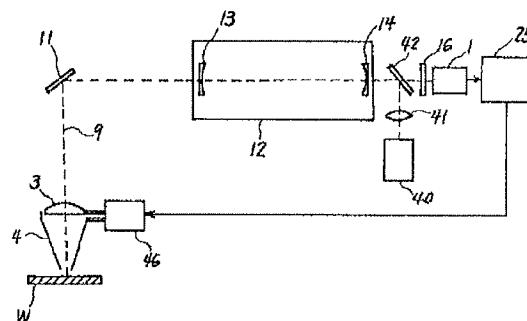
【図21】



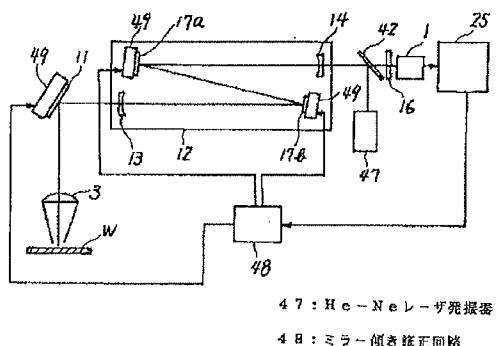
【図22】



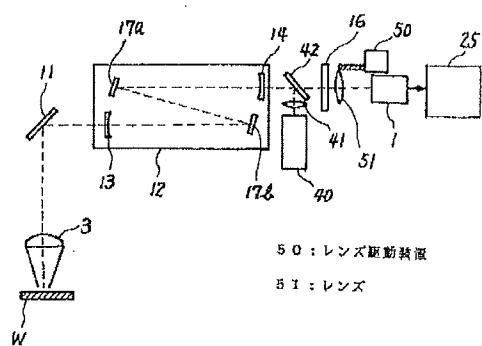
【図23】



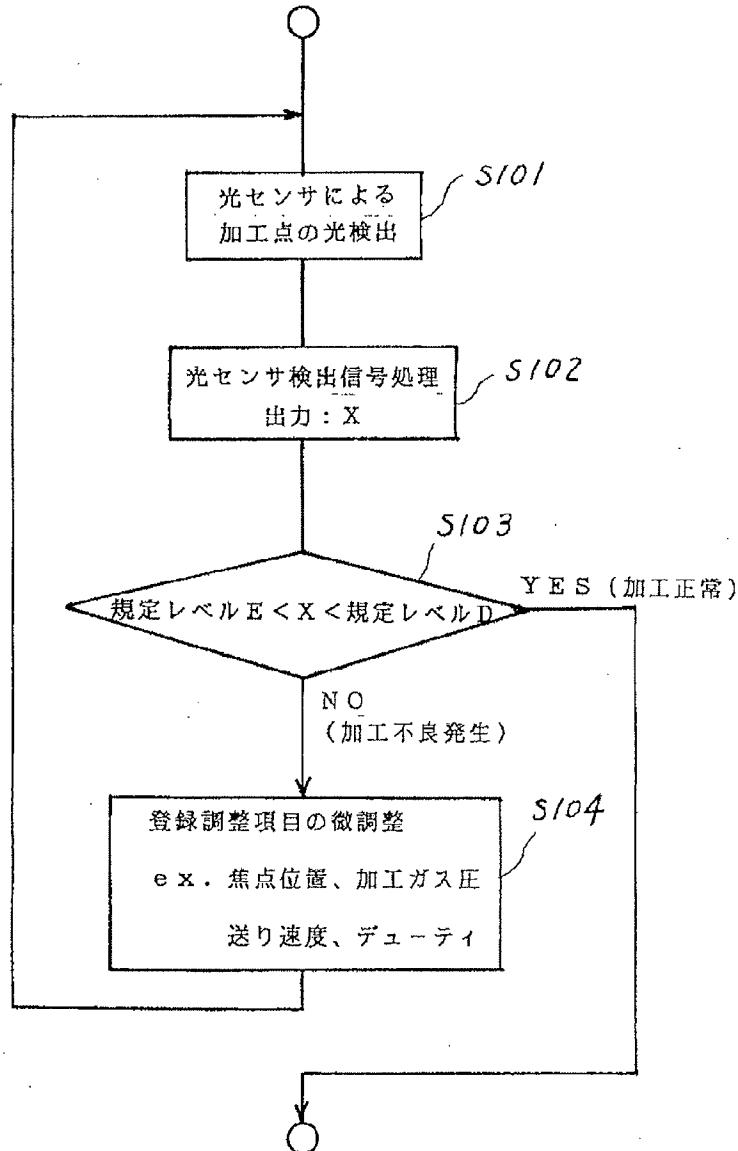
【図25】



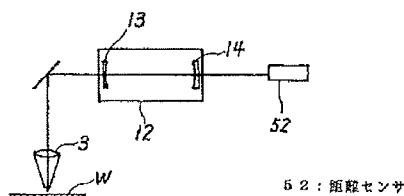
【図26】



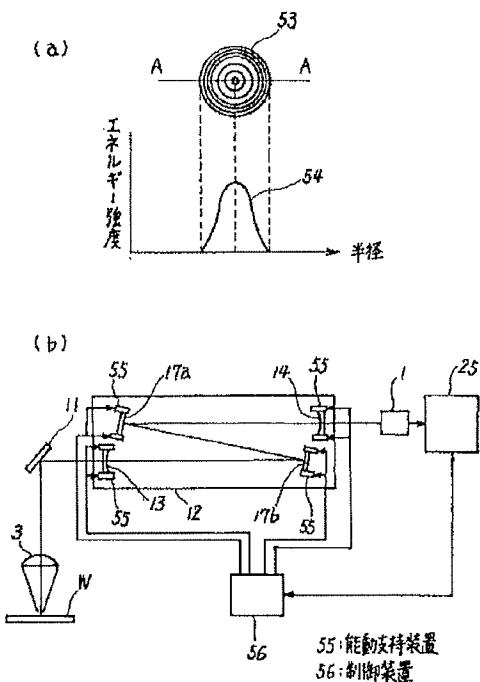
【図20】



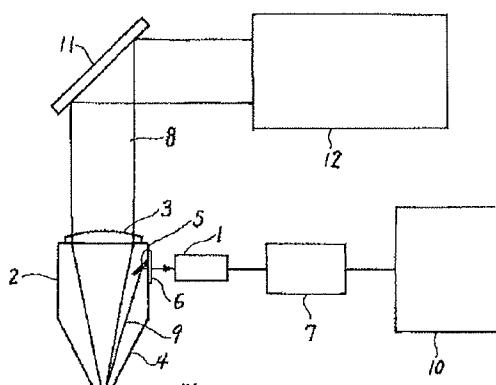
【図27】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

(72)発明者 船井 澤  
兵庫県尼崎市塙口本町8丁目1番1号 三  
菱電機株式会社産業システム研究所内

(72)発明者 湯村 敬  
兵庫県尼崎市塙口本町8丁目1番1号 三  
菱電機株式会社産業システム研究所内  
(72)発明者 山本 哲  
兵庫県尼崎市塙口本町8丁目1番1号 三  
菱電機株式会社産業システム研究所内